

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Mariana De Souza Strehl

**EFEITOS DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO AERÓBICO EM
PISCINA FUNDA NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E
CARDIOVASCULARES DE PESSOAS IDOSAS**

Porto Alegre
2024

Mariana De Souza Strehl

**EFEITOS DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO AERÓBICO EM
PISCINA FUNDA NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E
CARDIOVASCULARES DE PESSOAS IDOSAS**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao Curso de Graduação de
Bacharelado em Educação Física da
Escola de Educação Física, Fisioterapia e
Dança da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Carolina Kanitz
Coorientadora: Prof^ª. Dda. Camila Miranda

Porto Alegre
2024

Mariana De Souza Strehl

EFEITOS DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO AERÓBICO EM
PISCINA FUNDA NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E
CARDIOVASCULARES DE PESSOAS IDOSAS

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Porto Alegre, 01 de agosto de 2024.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Flávia Martinez
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Carolina Kanitz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Trabalho de conclusão de curso em modelo de artigo científico

Revista Científica: The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness

Categoria do artigo:

Título do artigo: Efeitos De 12 Semanas De Treinamento Aeróbico Em Piscina Funda Nas Respostas Neuromusculares E Cardiovasculares De Pessoas Idosas

Autores: Mariana de Souza Strehl¹, Yasmin Bortoli¹, Camila Miranda¹, Andressa Martins e Silva¹, Katholyn Penna de Bitencourt¹, Jonas Zanella¹, André Ivaniski Mello¹, Ana Carolina Kanitz¹.

¹Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Número de palavras no resumo: 441

Número de palavras no corpo do texto: 14744

Tabelas: 3

Figuras: 1

EFEITOS DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO AERÓBICO EM PISCINA FUNDA NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E CARDIOVASCULARES DE IDOSOS.

Resumo:

O treinamento de corrida em piscina funda, além de ser um exercício sem impacto nos membros inferiores, o que favorece a prática pela população idosa, possibilita o indivíduo a alcançar grandes intensidades, podendo otimizar ganhos cardiovasculares e neuromusculares. Entretanto, ainda há lacunas na literatura que avaliam esses parâmetros sobre o treinamento aeróbico de corrida em piscina funda de forma isolada. Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar os ganhos neuromusculares e cardiovasculares do treinamento aeróbico de corrida em piscina funda em pessoas idosas. Participaram do estudo 34 indivíduos idosos que foram randomizados em dois grupos: Grupo Intervenção (GI, n=17) e Grupo Controle (GC, n=17). Ambos os grupos realizaram 12 semanas de intervenção com duas aulas semanais de 45 minutos de duração e realizaram duas semanas de familiarização com o meio aquático e com a técnica da passada. O modelo de treinamento adotado para o GI foi contínuo (Borg 13) progredindo para o método intervalado (Borg 13 e 15). Já o GC realizou exercícios de mobilidade, abdominais e alongamento em piscina funda. Foram realizadas medidas, pré e pós-intervenção da frequência cardíaca de repouso (FCrep) e da pressão arterial (PA), assim como a força máxima, avaliada pelo teste de contração isométrica máxima (FMIiso) realizado no exercício de extensão de joelho e, juntamente, a atividade eletromiográfica do músculo reto femoral (ERF) e vasto lateral (EVL). A força resistente foi avaliada pelo teste de Sentar e Levantar em 30s (FMIrep). Para análise estatística os testes *Generalized Estimating Equations* (GEE) e post-hoc de Bonferroni ($\alpha = 0,05$) foram utilizados, assim como o tamanho de efeito (g de Hedge). Os dados foram analisados por protocolo e por intenção de tratar. Os resultados apresentados no presente resumo se trata da análise por protocolo. Após as 12 semanas de intervenção houve uma redução significativa na PAS em ambos os grupos ($p=0,041$) e um aumento significativo na FMIrep ($p =0,002$) em ambos os grupos ao decorrer do tempo. Já a EVL apresentou redução no sinal de EMG ao longo do tempo para ambos os grupos ($p =0,048$). A PAD, apesar de não ter reduções significativas, apresentou tamanho de efeito grande (Hedge' $g=-1,04$), assim como a FCrep apresentou efeito moderado (Hedge' $g= -0,61$), ambos apontando superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento. Além disso, a FMIiso apresentou tamanho de efeito grande (Hedge' $g= 1,12$) a qual também demonstra uma superioridade do GI em relação ao GC após o treinamento. Assim, nossos resultados sugerem que treinamento aeróbico de corrida em piscina funda promove redução na PA e aumentos na força muscular, mas sem aumento do sinal de EMG.

Palavras-chave: Exercício Físico; Treino Aeróbico; Força Muscular; Corrida em Piscina Funda

EFFECTS OF 12 WEEKS OF AEROBIC TRAINING IN A DEEP POOL ON THE NEUROMUSCULAR AND CARDIOVASCULAR RESPONSES OF ELDERLY PEOPLE.

Abstract

Running training in a deep pool, in addition to being an exercise without impact on the lower limbs, which favors practice by the elderly population, allows the individual to reach high intensities, being able to optimize cardiovascular and neuromuscular gains. However, there are still gaps in the literature that evaluate these parameters regarding aerobic deep pool running training in isolation. Thus, the objective of the present study is to assess the neuromuscular and cardiovascular gains from aerobic deep pool running training in older people. Thirty-four elderly individuals participated in the study and were randomized into two groups: Intervention Group (IG, n=17) and Control Group (CG, n=17). Both groups underwent 12 weeks of intervention with two weekly 45-minute classes and two weeks of familiarization with the aquatic environment and the stride technique. The training model adopted for the GI was continuous (Borg 13) and progressed to the interval method (Borg 13 and 15). The GC performed mobility, abdominal, and stretching exercises in a deep pool. Pre- and post-intervention measurements were taken of resting heart rate (HRrep) and blood pressure (BP), as well as maximum strength, assessed by the maximum isometric contraction test (FMIiso) performed in the knee extension exercise and, together, the electromyographic activity of the rectus femoris muscle (ERF) and vastus lateralis muscle (EVL). Resistant strength was assessed using the 30s Sit and Stand test (FMIrep). For statistical analysis, the Generalized Estimating Equations (GEE) and Bonferroni post-hoc tests ($\alpha = 0.05$) were used, as well as the effect size (Hedge's g). Data were analyzed per protocol and by intention to treat. The results presented in this summary are the analysis per protocol. After the 12 weeks of intervention, there was a significant reduction in SBP in both groups ($p=0.041$) and an increase in IMFrep ($p =0.002$) over time. EVL decreased the EMG signal over time for both groups ($p =0.048$). Despite not having significant reductions, DBP showed a large effect size (Hedge' $g=-1.04$), just as HRrep showed a moderate effect (Hedge' $g=-0.61$), both pointing to the superiority of GI in relation to GC in post-training. Furthermore, the FMIiso presented a large effect size (Hedge' $g= 1.12$), demonstrating the GI's superiority over the CG after training. Thus, our results suggest that aerobic running training in a deep pool promotes a reduction in BP and increases in muscle strength, but without an increase in the EMG signal.

Keywords: Exercise; Endurance Training; Muscle Strength; Deep Water Running

SUMÁRIO

REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
1. ENVELHECIMENTO E FORÇA MUSCULAR.....	6
2. ENVELHECIMENTO E ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES.....	9
3. EXERCÍCIO FÍSICO E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR NA POPULAÇÃO IDOSA.....	11
4. EXERCÍCIO AERÓBICO NO MEIO AQUÁTICO.....	14
REFERÊNCIAS.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
DESENHO DO ESTUDO.....	26
POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	26
3.3. AVALIAÇÕES.....	27
3.4. INTERVENÇÃO.....	28
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
REFERÊNCIAS:.....	39

REFERENCIAL TEÓRICO

1. ENVELHECIMENTO E FORÇA MUSCULAR

O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial, em razão das mudanças nas taxas de mortalidade e fecundidade capazes de provocar significativas alterações na estrutura etária da população (UNITED NATIONS, 2019). A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022) prevê que a população mundial de idosos passará de 1 bilhão (2020) para 1,4 bilhões (2030) e 2,1 bilhões (2050). Já no Brasil, o CENSO 2022 (GOMES, 2023) revela que a população brasileira dobrou a porcentagem de pessoas idosas tanto de 60 anos ou mais quanto de 65 anos ou mais comparado à pesquisa anterior (2010). Além disso, segundo dados do IBGE (2019) estima-se que em 2050, a população brasileira idosa poderá chegar a 64 milhões de pessoas e deverá representar quase 30% da população ao final deste período. Dessa maneira, esses resultados apontam para um perfil demográfico cada vez mais envelhecido, tornando-se cada vez mais necessário voltar a atenção para esta população, principalmente devido aos diversos processos naturais que acometem os indivíduos e os prejudicam em diversas situações.

Com o avanço da idade, destaca-se o aumento de limitações funcionais (IKEGAMI *et al.*, 2020), principalmente devido a diminuição da capacidade de produzir força (TEIXEIRA *et al.*, 2019; CLARK, 2018; SANTOS *et al.*, 2021). Essa variável está diretamente relacionada à incapacidade da independência e da mobilidade do idoso, resultando em uma necessidade de cuidados especializados de terceiros ou mesmo de instituições especializadas (ALEXANDRE *et al.*, 2014). Ou seja, tarefas de vida diária que anteriormente eram simples como o ato de sentar e levantar de uma cadeira, ou subir alguns lances de escada, podem se tornar mais complicadas, comprometendo a independência e funcionalidade desses sujeitos (SANTOS *et al.*, 2021), e consequentemente, aumentar o risco de quedas e hospitalização (TEIXEIRA *et al.*, 2019; CADORE; IZQUIERDO, 2013; ALEXANDRE *et al.*, 2014).

Dessa maneira, devemos entender que há fatores que influenciam diretamente na capacidade de produzir força, como a sarcopenia advinda com a idade, ou seja, a perda de massa muscular, e a dinapenia, a perda de força muscular (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). Esses fatores podem ser divididos em duas

amplas categorias: fatores neurais e fatores musculares, ambos com participação ativa no processo de dinapenia. Dentre os fatores neurais podemos destacar alterações no recrutamento e na sincronização de unidades motoras, a queda taxa de disparo, a denervação das fibras musculares tipo II (rápidas) por morte neuronal, e reinervação das fibras tipo I (lentas) e a diminuição da velocidade de condução nervosa (LAURETANI *et al.*, 2006; CLARK, 2018). Já os fatores musculares, é possível identificar como principais: mudanças na arquitetura muscular, a redução na velocidade de contração, as alterações estruturais na miosina e a queda na qualidade muscular do indivíduo idoso (LAURETANI *et al.*, 2006; CLARK, 2018).

No que se refere às alterações observadas na arquitetura muscular ao longo do processo de envelhecimento, acredita-se que estas podem ser as maiores preditoras sobre a capacidade de geração de força pelo músculo (LIEBER; FRIDA, 2001). Nesse sentido, estudos sugerem que idosos apresentam, em geral, um comprimento de fascículo reduzido quando comparados a jovens (LAURETANI *et al.*, 2006; NARICI; MAGANARIS, 2006). Além disso, foram verificadas diminuições no ângulo de penação, na rigidez tendínea e na densidade muscular no decorrer do envelhecimento (LAURETANI *et al.*, 2006; NARICI; MAGANARIS, 2006; BAPTISTA; VAZ, 2009). Tais mudanças estão diretamente envolvidas nas alterações das propriedades mecânicas musculares, o que acarreta redução importante na capacidade de produção de força do músculo, em diferentes comprimentos e velocidades, podendo assim influenciar negativamente as atividades de vida diária da população idosa (BAPTISTA; VAZ, 2009).

Assim como, estudos apontam que o ângulo entre a direção das fibras musculares e a linha de geração de força de um músculo, tende a apresentar redução com o passar dos anos de vida (NARICI *et al.*, 2003), principalmente sobre os músculos dos membros inferiores (com predominância das fibras de contração lenta) (BAPTISTA; VAZ, 2009). De forma similar, estudos têm demonstrado que o envelhecimento está associado a uma redução na rigidez dos tendões, aumentando, dessa forma, sua complacência, tornando-os mais elásticos (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2006). Esses fatores, em conjunto, resultam em uma menor capacidade de transmissão da força produzida pelos músculos ativos aos ossos e conseqüentemente às articulações envolvidas no movimento. Ademais, sobre a diminuição da densidade muscular, fator que também influencia na diminuição da capacidade de produção de força em idosos, estudos demonstram que pessoas

idosas apresentam menor densidade miofibrilar, devido a capacidade reduzida de sintetizar novas proteínas (HUNTER; PEREIRA; KEENAN, 2016; TIELAND; TROUWBORST; CLARK, 2017), apresentando assim, quantidade diminuída de unidades contráteis (BAPTISTA; VAZ, 2009).

Por fim, o envelhecimento acarreta na redução da velocidade de contração do músculo como um todo, podendo ser atribuída, dentre outros fatores, à transição das fibras rápidas para lentas e/ou à inadequada adaptação no acoplamento excitação-contração (processo fisiológico de conversão do sinal neural para a ativação muscular na contração e consequente geração de força) (DUMITRU *et al.*, 2018; MACINTOSH; GARDINER; MCCOMAS, 2006), resultando na redução da capacidade intrínseca de produção de força e, conseqüentemente, dinapenia (DUMITRU *et al.*, 2018; TIELAND; TROUWBORST; CLARK, 2017). Assim, é possível que a fraqueza muscular do indivíduo idoso conduza a um declínio na funcionalidade, o que naturalmente reduz os níveis de atividade física e algumas vezes pode provocar quadros de imobilizações (GOODPASTER *et al.*, 2006), podendo, conseqüentemente, levar a uma secundária atrofia muscular por desuso.

A partir do exposto, tornam-se evidentes as justificativas pelas quais o envelhecimento afeta, por si só, negativamente a capacidade de produzir força, acarretando na funcionalidade e na mobilidade do sujeito submetido a este processo. Desta forma, é necessária a busca por intervenções que retardem esses processos e melhorem essas variáveis.

2. ENVELHECIMENTO E ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES

O envelhecimento é um dos principais fatores de risco para doenças e eventos cardiovasculares, uma vez que, com o avanço da idade, ocorrem alterações que acarretam nas funções hemodinâmicas (HAMCZYK *et al.*, 2020; WANG; MONTICONE; BARROSO *et al.*, 2021). Entre as alterações mais notáveis que acompanham o envelhecimento, destacamos o aumento da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC), resultado de modificações estruturais e funcionais no coração e nos vasos, além de alterações no sistema nervoso autônomo (BARROSO *et al.*, 2021).

Mais especificamente, com o passar dos anos, a artéria aorta e a árvore arterial sofrem redução de sua complacência e distensibilidade, tornando-se mais rígidas. Essas modificações levam ao aumento da PA sistólica, o que impõe uma sobrecarga ao coração, resultando na deposição de colágeno e no aumento da espessura das paredes do ventrículo esquerdo, aumentando também a rigidez cardíaca (CHIRINOS *et al.*, 2019; AVOLIO, 2013; LAURENT; HULOT; BOUTOUYRIE, 2019). Entretanto, mesmo com tais alterações estruturais cardíacas, a função sistólica mantém-se inalterada, ao passo que a complacência ventricular diminui, prejudicando a função diastólica e causando um aumento no tempo de relaxamento ventricular (LAURENT; HULOT; BOUTOUYRIE, 2019).

Além disso, a circulação periférica também sofre alterações durante o envelhecimento. Há uma redução da relação capilar-fibra no músculo e diminuição do diâmetro capilar (CHIRINOS *et al.*, 2019), além de redução na liberação de óxido nítrico e menor resposta vasodilatadora dependente do endotélio (O'ROURKE; ADJI, 2011), resultando em menor responsividade vascular aos estímulos neuro-humorais de vasodilatação. Dessa forma, a resistência vascular periférica total aumenta, podendo levar também ao aumento da PA diastólica e média (CHIRINOS *et al.*, 2019).

Ademais, o envelhecimento também promove alteração da modulação da função cardíaca pelo sistema nervoso autônomo. Há redução da variabilidade da FC (SINGH *et al.*, 2006), com aumento do componente de baixa frequência e redução do componente de alta frequência, o que indica um aumento da modulação

simpática e uma diminuição da parassimpática para o coração, explicando a elevação da FC com o aumento da idade (HAMCZYK *et al.*, 2020).

Todas as alterações expostas anteriormente, aumentam a chance das pessoas idosas desenvolverem hipertensão, principal fator de risco para o desenvolvimento de doenças, tais como a insuficiência coronariana, a insuficiência cardíaca e o acidente vascular encefálico (NILSSON; BOUTOUYRIE; LAURENT, 2009; BARROSO *et al.*, 2021). Assim, sabendo do aumento da expectativa e consequente aumento da população idosa, a busca por medidas que amenizem os efeitos nocivos do avanço da idade sobre as alterações hemodinâmicas do envelhecimento torna-se de suma importância.

Dessa maneira, o exercício físico é indicado como principal ferramenta não farmacológica para a prevenção de doenças cardiovasculares (PESCATELLO *et al.*, 2015). Isso ocorre em função da existência de inúmeros estudos que comprovam seus benefícios crônicos sobre a estrutura e função cardiovasculares, principalmente na redução da pressão arterial e na prevenção da hipertensão arterial (PESCATELLO *et al.*, 2015; COSTA *et al.*, 2018; MANCIA *et al.*, 2009) .

3. EXERCÍCIO FÍSICO E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR NA POPULAÇÃO IDOSA

As graves consequências da redução da força muscular associada ao envelhecimento demonstram a relevância de investigações acerca deste processo. Estudos já apontam que esses efeitos podem ser maximizados se forem acompanhados por um comportamento sedentário (CHODZKO-ZAJKO *et al.*, 2009). Em contrapartida, um estilo de vida ativo pode promover a manutenção das capacidades funcionais do indivíduo idoso, contribuir na melhoria das funções orgânicas (prevenindo perda da massa magra, óssea, muscular, força motora e da independência), cognitivas e principalmente no aperfeiçoamento de sua aptidão física (AZEVEDO *et al.*, 2019). Atribuindo assim, um avanço significativo na independência pessoal e na prevenção de doenças (SILVA *et al.*, 2012). Nesse sentido, o exercício físico é um ótimo aliado, podendo prevenir e/ou retardar este processo decorrente do avanço da idade e combatendo a perda de força. Assim, é necessária a busca por intervenções que retardem esses processos e que melhorem a força muscular.

Primeiramente, o aumento da força muscular ocorre a partir de adaptações neurais e morfológicas (CADORE; PINTO; KRUEL, 2012), caracterizadas pelo aumento na capacidade e recrutamento das unidades motoras e aumento na frequência de disparos dessa unidade motora (HÄKKINEN *et al.*, 2001). Essas modificações podem ser visualizadas através do aumento na amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) (BRENTANO *et al.*, 2008; CADORE *et al.*, 2010; CADORE *et al.*, 2012; CORREA *et al.*, 2012), assim como a economia neuromuscular, que é a diminuição do sinal EMG para a mesma carga submáxima, ou seja, os indivíduos necessitam de um menor número de unidades motoras recrutadas para a mesma tarefa (CADORE *et al.*, 2011). Dessa forma, o sinal EMG pode ser definida como um dos principais métodos de registro dos potenciais elétricos gerados nas fibras musculares, durante os diferentes tipos de contração, e possibilita a avaliação do comportamento do sistema neuromuscular, ou seja, uma ferramenta valiosa para quantificar os resultados de diferentes tipos de exercícios e treinamentos.

A fim de amenizar os efeitos dos processos deletérios sobre os parâmetros neuromusculares em pessoas idosas, o treinamento de força tem sido recomendado (BECKWÉE *et al.*, 2019; LAW; CLARK; CLARK, 2016). Diversas revisões sistemáticas com metanálises já demonstraram que o treinamento de força é efetivo

para melhorar a força e a massa muscular de homens e mulheres idosos (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; BUCH *et al.*, 2017; CSAPO; ALEGRE, 2015; GUIZELINI *et al.*, 2018; STRAIGHT *et al.*, 2015; YOSHIMURA *et al.*, 2017). Além disso, o treinamento de força, além de estimular ganhos na força máxima, também proporciona incremento da força potente. Esse é um fato importante porque a potência muscular é fortemente associada, inclusive mais do que a força máxima, à capacidade do idoso de realizar suas atividades de vida diária e ao risco de quedas (MD *et al.*, 2002).

Apesar de o treinamento de força já ser bem evidenciado e recomendado pela literatura, os programas de treinamento multicomponente para a população idosa, ou seja, que inclui treinamento de equilíbrio juntamente com atividade aeróbica e de fortalecimento muscular, são os mais recomendados por entidades oficiais (ACSM, 2009; *Physical Activity Guidelines for the Brazilian Population*, 2021). Além de haver evidências acumuladas na literatura, que também sugerem que esse tipo de treinamento é capaz de melhorar a performance física (CADORE *et al.*, 2010; 2011; 2012) e reduzir o risco de quedas (GILLESPIE *et al.*, 2009).

Em relação ao treinamento aeróbico, exercícios nos quais as contrações musculares são sustentadas por longos períodos, tem sido conhecido, principalmente, por seus estudos referentes aos efeitos benéficos sobre a saúde cardiorrespiratória e poucos estudos voltados ao ganho de parâmetros neuromusculares (LAVIE *et al.*, 2015). Mais recentemente, estudos têm examinado os efeitos de exercícios do tipo aeróbio sobre a sarcopenia com resultados promissores (NAMBI *et al.*, 2021; ZHU *et al.*, 2018). No entanto, os protocolos de treinamento testaram o exercício aeróbico terrestre combinado com outras modalidades de treinamento (NAMBI *et al.*, 2021; ZHU *et al.*, 2018) e estudaram apenas homens e pessoas com condições específicas (por exemplo, COVID-19) (NAMBI *et al.*, 2021).

Sabendo dos diferentes tipos de treinamento e as evidências sobre o desempenho neuromuscular de pessoas idosas, os exercícios aquáticos são amplamente procurados e indicados como métodos para garantir tais tipos de treinamento para essa população (KANITZ *et al.*, 2015; REICHERT *et al.*, 2016b). Essa demanda se deve principalmente pelos diversos estudos ao qual apontam melhoras sobre os parâmetros neuromusculares em indivíduos idosos (COSTA *et al.*, 2018). Ademais, a maioria dos estudos investigou adaptações cardiorrespiratórias e

neuromusculares como resultado de programas de treinamento combinado e de força (CESAR BARAUCE BENTO *et al.*, 2012; KANITZ *et al.*, 2015), contemplando as diretrizes do ACSM, e poucos estudos voltados aos exercícios aeróbicos aquáticos sobre esses parâmetros (COSTA *et al.*, 2018; KANITZ *et al.*, 2015).

4. EXERCÍCIO AERÓBICO NO MEIO AQUÁTICO

Dentre os diversos tipos de exercícios físicos aos quais podem ser realizados para a manutenção/ melhora nos parâmetros cardiovasculares e de força muscular, as atividades no meio aquático têm chamado a atenção da população idosa principalmente por estes sentirem-se bem no meio líquido (MAZO; CARDOSO; DE AGUIAR, 2006). Propriedades físicas da água, como empuxo e pressão hidrostática, proporcionam alterações biomecânicas e fisiológicas importantes, como menor força de reação do solo, quando comparado ao ambiente terrestre (pelo empuxo e diminuição do peso aparente) (KANITZ *et al.*, 2015; ALBERTON *et al.*, 2014; DELEVATTI *et al.*, 2015) e menor ativação simpática e adrenérgica e supressão do sistema renina angiotensina, com conseqüente redução da frequência cardíaca e da PA, além de demonstrar ter uma hipotensão pós-exercício mais duradoura (REICHERT *et al.*, 2018).

Dentro dos exercícios aquáticos, a caminhada/corrida em piscina funda vem ganhando destaque na literatura (BROMAN *et al.*, 2006; MEREDITH-JONES; LEGGE; JONES, 2009; KANITZ *et al.*, 2014; KANITZ *et al.*, 2015; REICHERT *et al.*, 2016a; REICHERT *et al.*, 2016b; KANITZ *et al.*, 2017), principalmente por não apresentar nenhum impacto, uma vez que é realizada com um colete flutuador, não permitindo o contato dos pés com o fundo da piscina. Dessa forma, com a ausência de impacto, a modalidade possibilita que os idosos alcancem altas intensidades com menor risco de lesão (DOWZER; REILLY; CABLE, 1998; KANITZ *et al.*, 2015), já que os mesmos apresentam uma grande propensão a problemas articulares e/ou musculares (SANTOS *et al.*, 2021).

Ademais, a caminhada/corrida em piscina funda é um exercício de característica cíclica que apresenta uma grande massa muscular envolvida a qual trabalha contra a resistência da água, caracterizando-se como exercício de resistência muscular localizada, além de estimular ganhos em parâmetros neuromusculares (KANEDA *et al.*, 2009). Nesse sentido, Pöyhönen *et al.* (2001) analisaram a influência de uma única repetição de flexão e extensão de joelho no meio líquido e de múltiplas repetições (6 a 8 repetições) na atividade elétrica muscular, em máxima velocidade. O estudo contou com 18 participantes saudáveis,

onde foi feita análise do sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e semitendinoso na posição sentado. Os resultados cinemáticos demonstraram que as propriedades do fluxo da água modificadas pelas diferentes estratégias alteram a função neuromuscular dos músculos do quadríceps e de isquiotibiais. Já na população idosa, destaca-se o estudo de Kanitz et al. 2015, que comparou os efeitos de dois modelos de treinamento em piscina funda nas respostas de força e capacidade cardiorrespiratórias de idosos. No estudo, foi realizado o modelo de treinamento combinado e um modelo de treinamento apenas aeróbico, ambos com duração de 12 semanas. Os resultados demonstraram melhoras significativas na força muscular de membros inferiores nos dois modelos testados, sem diferenças entre eles, ou seja, o treinamento apenas aeróbico apresentou os mesmos aumentos na força muscular que o treinamento combinado. As respostas cardiorrespiratórias melhoraram nos dois grupos. Contudo, o grupo que treinou aeróbico isolado obteve melhoras mais significativas.

Assim, percebe-se que o treinamento aeróbico em piscina funda pode ser uma modalidade indicada para melhoras tanto na força quanto na capacidade cardiorrespiratória de indivíduos idosos sedentários, não sendo necessário incluir exercícios específicos de força ou de treinamento combinado. Dessa forma, o treinamento de corrida em piscina funda, sem exercício específico de força, pode apresentar melhoras nas respostas neuromusculares.

REFERÊNCIAS

- ADM JÚNIOR, F. *et al.* The effects of aquatic and land exercise on resting blood pressure and post-exercise hypotension response in elderly hypertensives. **Cardiovascular Journal of Africa**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 8–14, 2020. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- ALBERTON, C. L. *et al.* Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 795–805, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- ALEXANDRE, T. da S. *et al.* Sarcopenia according to the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) versus dynapenia as a risk factor for mortality in the elderly. **The Journal of nutrition, health and aging**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 751–756, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- AVOLIO, A. Arterial Stiffness. **Pulse**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 14–28, 2013. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- AZEVÊDO, L. M. *et al.* Exercício físico e pressão arterial: efeitos, mecanismos, influências e implicações na hipertensão arterial. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, [s. l.], p. 415–422, 2019. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BAPTISTA, R. R.; VAZ, M. A. Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 368–373, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BARROSO, W. K. S. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 - ABC Cardiol. **Arq. Bras. Cardiol.**, [s. l.], v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BECKWÉE, D. *et al.* Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review. **The Journal of nutrition, health and aging**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 494–502, 2019. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 45, n. 12, p. 1693–1720, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BRENTANO, M. A. *et al.* Physiological Adaptations to Strength and Circuit Training in Postmenopausal Women With Bone Loss. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 1816–1825, 2008. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- CESAR BARAUCE BENTO, P. *et al.* The Effects of a Water-Based Exercise Program on Strength and Functionality of Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 469–470, 2012. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
- BROMAN, G. *et al.* High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 98, n. 2, p. 117–123, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BUCH, A. *et al.* Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults. **Ageing Research Reviews**, [s. l.], v. 37, p. 16–27, 2017. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L. *et al.* Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **AGE**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 891–903, 2012. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L. *et al.* Neuromuscular Economy, Strength, and Endurance in Healthy Elderly Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 997–1003, 2011. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; KRUEL, L. F. M. Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 14, n. 4, 2012. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
- CADORE, E. L. *et al.* Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 689–697, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. New Strategies for the Concurrent Strength-, Power-, and Endurance-Training Prescription in Elderly Individuals. **Journal of the American Medical Directors Association**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 623–624, 2013. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHARLIER, R. *et al.* Age-related decline in muscle mass and muscle function in Flemish Caucasians: a 10-year follow-up. **AGE**, [s. l.], v. 38, n. 2, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHIRINOS, J. A. *et al.* Large-Artery Stiffness in Health and Disease. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 74, n. 9, p. 1237–1263, 2019a. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHIRINOS, J. A. *et al.* Large-Artery Stiffness in Health and Disease. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 74, n. 9, p. 1237–1263, 2019b. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. *et al.* Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 41, n. 7, p.

- 1510–1530, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CLARK, B. C. NEUROMUSCULAR CHANGES WITH AGING AND SARCOPENIA. **The Journal of Frailty & Aging**, [s. l.], p. 1–3, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - CORREA, C. *et al.* 3 Different Types of Strength Training in Older Women. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 33, n. 12, p. 962–969, 2012. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - COSTA, R. R. *et al.* Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 108, p. 231–239, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 48, n. 4, p. 601–601, 2019. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - CSAPO, R.; ALEGRE, L. M. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 26, n. 9, p. 995–1006, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - DELEVATTI, R. S. *et al.* Heart rate deflection point as an alternative method to identify the anaerobic threshold in patients with type 2 diabetes. **Apunts. Medicina de l'Esport**, [s. l.], v. 50, n. 188, p. 123–128, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - DOWZER, C. N.; REILLY, T.; CABLE, N. T. Effects of deep and shallow water running on spinal shrinkage. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 44–48, 1998. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - DUMITRU, A. *et al.* Muscle Changes During Atrophy. *In: ADVANCES IN EXPERIMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY*. Singapore: Springer Singapore, 2018. p. 73–92. *E-book*. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-1435-3_4. Acesso at: 30 May 2024.
 - GILLESPIE, L. D. *et al.* Interventions for preventing falls in older people living in the community. *In: COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2009. *E-book*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd007146.pub2>. Acesso at: 30 May 2024.
 - GOODPASTER, B. H. *et al.* The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 61, n. 10, p. 1059–1064, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - GUIZELINI, P. C. *et al.* Effect of resistance training on muscle strength and rate of

- force development in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 102, p. 51–58, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- HÄKKINEN, K. *et al.* Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiologica Scandinavica**, [s. l.], v. 171, n. 1, p. 51–62, 2001. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - HAMCZYK, M. R. *et al.* Biological Versus Chronological Aging. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 75, n. 8, p. 919–930, 2020. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - HUNTER, S. K.; PEREIRA, H. M.; KEENAN, K. G. The aging neuromuscular system and motor performance. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 982–995, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - IBGE. **Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>. Acesso at: 30 May 2024.
 - IBGE. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso at: 30 May 2024.
 - IKEGAMI, É. M. *et al.* Capacidade funcional e desempenho físico de idosos comunitários: um estudo longitudinal. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 1083–1090, 2020. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - KANEDA, K. *et al.* EMG activity of hip and trunk muscles during deep-water running. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 1064–1070, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - KANITZ, A. C. *et al.* Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 64, p. 55–61, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - KANITZ, A. C. *et al.* Respostas cardiorrespiratórias máximas e no limiar anaeróbio da corrida em piscina funda. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 41, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - KANITZ, A. C. *et al.* Static balance behavior along a deep water periodization in older men. **Arch. med. deporte**, [s. l.], v. 34, n. 179, p. 129–1134, 2017. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - KARAMANIDIS, K.; ARAMPATZIS, A. Mechanical and morphological properties of

- human quadriceps femoris and triceps surae muscle–tendon unit in relation to aging and running. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 406–417, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- KOJIMA, N. *et al.* Lifestyle-Related Factors Contributing to Decline in Knee Extension Strength among Elderly Women: A Cross-Sectional and Longitudinal Cohort Study. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. e0132523, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - LAURENT, S.; HULOT, J.-S.; BOUTOUYRIE, P. Role of Central Blood Pressure and Arterial Stiffening. *In*: **UPDATES IN HYPERTENSION AND CARDIOVASCULAR PROTECTION**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 135–154. *E-book*. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-93320-7_9. Acesso at: 30 May 2024.
 - LAURETANI, F. *et al.* Axonal degeneration affects muscle density in older men and women. **Neurobiology of Aging**, [s. l.], v. 27, n. 8, p. 1145–1154, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - LAVIE, C. J. *et al.* Exercise and the Cardiovascular System. **Circulation Research**, [s. l.], v. 117, n. 2, p. 207–219, 2015. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
 - LAW, T. D.; CLARK, L. A.; CLARK, B. C. Resistance Exercise to Prevent and Manage Sarcopenia and Dynapenia. **Annual Review of Gerontology and Geriatrics**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 205–228, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - LIEBER, R. L.; FRIDMAN, J. Clinical Significance of Skeletal Muscle Architecture. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, [s. l.], v. 383, p. 140–151, 2001. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - MACINTOSH, B. R.; GARDINER, P. F.; MCCOMAS, A. J. **Skeletal Muscle Form and Function**. [S. l.]: Human Kinetics, 2006. *E-book*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5040/9781492596912>. Acesso at: 30 May 2024.
 - MANCIA, G. *et al.* Reappraisal of European guidelines on hypertension management: a European Society of Hypertension Task Force document. **Blood Pressure**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 308–347, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and Aging: An Update. **The Journals of Gerontology: Series A**, [s. l.], v. 67A, n. 1, p. 28–40, 2011. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - MAZO, G. Z.; CARDOSO, F. L.; DE AGUIAR, D. L. Programa de Hidroginástica para idosos: motivação, auto-estima e auto-imagem. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**, [s. l.], p. , 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - MD, J. F. B. *et al.* The Relationship Between Leg Power and Physical Performance in Mobility-Limited Older People. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v.

- 50, n. 3, p. 461–467, 2002. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- MEREDITH-JONES, K.; LEGGE, M.; JONES, L. M. Circuit Based Deep Water Running Improves Cardiovascular Fitness, Strength and Abdominal Obesity in Older, Overweight Women Aquatic Exercise Intervention in Older Adults. **Medicina Sportiva**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 5–12, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - NAMBI, G. *et al.* Comparative effectiveness study of low versus high-intensity aerobic training with resistance training in community-dwelling older men with post-COVID 19 sarcopenia: A randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 59–68, 2021. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
 - NARICI, M. V. *et al.* Effect of aging on human muscle architecture. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 95, n. 6, p. 2229–2234, 2003. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. **Journal of Anatomy**, [s. l.], v. 208, n. 4, p. 433–443, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - NILSSON, P. M.; BOUTOUYRIE, P.; LAURENT, S. Vascular Aging. **Hypertension**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 3–10, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - O'ROURKE, M. F.; ADJI, A. Noninvasive Studies of Central Aortic Pressure. **Current Hypertension Reports**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 8–20, 2011. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - PESCATELLO, L. S. *et al.* Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. **Current Hypertension Reports**, [s. l.], v. 17, n. 11, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - PÖYHÖNEN, T. *et al.* Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. **Clinical Biomechanics**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 496–504, 2001. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - REICHERT, T. *et al.* Aquatic Training in Upright Position as an Alternative to Improve Blood Pressure in Adults and Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 7, p. 1727–1737, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - REICHERT, T. *et al.* Continuous and interval training programs using deep water running improves functional fitness and blood pressure in the older adults. **AGE**, [s. l.], v. 38, n. 1, 2016a. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - REICHERT, T. *et al.* Corrida em piscina funda promove manutenção da pressão arterial ao longo de cinco anos. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 580, 2016b. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- SANTOS, P. R. D. dos *et al.* Alterações músculo- esqueléticas do envelhecimento, prevenção e atuação fisioterapêutica nas quedas em idosos: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e38510313437, 2021a. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SANTOS, P. R. D. dos *et al.* Alterações músculo- esqueléticas do envelhecimento, prevenção e atuação fisioterapêutica nas quedas em idosos: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e38510313437, 2021b. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SILVA, M. F. da *et al.* Relação entre os níveis de atividade física e qualidade de vida de idosos sedentários e fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 634–642, 2012. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SINGH, D. *et al.* Spectral evaluation of aging effects on blood pressure and heart rate variations in healthy subjects. **Journal of Medical Engineering & Technology**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 145–150, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- STRAIGHT, C. R. *et al.* Effects of Resistance Training on Lower-Extremity Muscle Power in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 353–364, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- TEIXEIRA, D. K. da S. *et al.* Falls among the elderly: Environmental limitations and functional losses. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [s. l.], v. 22, n. 3, 2019. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- TIELAND, M.; TROUWBORST, I.; CLARK, B. C. Skeletal muscle performance and ageing. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 3–19, 2017. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- VON BONSDORFF, M. B.; RANTANEN, T. Progression of functional limitations in relation to physical activity: a life course approach. **European Review of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 23–30, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- WANG, M.; MONTICONE, R. E.; MCGRAW, K. R. Proinflammatory Arterial Stiffness Syndrome: A Signature of Large Arterial Aging. **Journal of Vascular Research**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 210–223, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION: WHO. Ageing and health. **World Health Organization: WHO**, [s. l.], 1 Oct. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso at: 30 May 2024.
- YOSHIMURA, Y. *et al.* Interventions for Treating Sarcopenia: A Systematic Review

and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. **Journal of the American Medical Directors Association**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 553.e1-553.e16, 2017. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- ZHU, L.-Y. *et al.* Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia: a randomized controlled trial. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 220–228, 2018. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é caracterizado por diversos processos fisiológicos, incluindo alterações no sistema cardiorrespiratório e muscular, que são associadas à perda de massa muscular e afetam negativamente a saúde de indivíduos idosos (D'AVILA *et al.*, 2020). No sistema cardíaco, ocorre aumento da frequência cardíaca de repouso (FCrep) e da resistência vascular, elevando a pressão arterial (PA), a qual gera preocupação com a hipertensão, principal doença associada à incidência de mortalidade por doenças cardiovasculares (SANTOS *et al.*, 2021; NAVARRETE-VILLANUEVA *et al.*, 2020). Além disso, mudanças neuromusculares levam a limitações funcionais e a sarcopenia (VON BONSDORFF; RANTANEN, 2010; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019), resultando na diminuição de indicadores importantes como força muscular (máxima/explosiva) e potência (ANDRADE; MATSUDO, 2010; CADORE; IZQUIERDO, 2013). Dessa maneira, com o iminente aumento da expectativa de vida e o aumento da população idosa (GOMES, 2024), torna-se cada vez mais necessário voltar a atenção para esta população e por medidas que amenizem os efeitos nocivos do avanço da idade.

Sabe-se que os efeitos deletérios da idade podem ser maximizados se forem acompanhados por um comportamento sedentário (EKELUND U *et al.*, 2019; SRIVASTAVA S *et al.*, 2021). Por outro lado, um estilo de vida ativo mantém as capacidades funcionais dos indivíduos idosos, melhorando funções orgânicas como massa muscular, óssea e motora, além de contribuir para a independência e aptidão física (AZEVEDO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2012) e também na prevenção de doenças (SILVA *et al.*, 2012). Dessa maneira, de acordo com a *Physical Activity Guidelines for Americans* (2018), recomendam que pessoas idosas realizem de 150 a 300 minutos por semana de atividade física moderada, ou 75 a 150 minutos de atividade aeróbica vigorosa, ou uma combinação equivalente de ambas. Em conjunto, o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2009) destaca a importância do treinamento multicomponente para idosos, envolvendo exercícios de equilíbrio, exercícios aeróbicos e de fortalecimento muscular, proporcionando benefícios significativos para a saúde. Nesse contexto, o modelo de treinamento combinado, que integra exercícios aeróbicos e de força, é altamente recomendado para pessoas idosas (QUINTÃO COELHO ROCHA, C *et al.*, 2017; CALDAS *et al.*,

2019; MIKAHIL, M. P. T. C. *et al.*, 2019), entretanto, muitos encontram dificuldades em realizar esse treinamento, principalmente devido ao meio em que é realizado.

Dessa forma, atividades no meio aquático têm chamado a atenção da população idosa, principalmente por aspectos fisiológicos de imersão, e por estes sentirem-se bem no meio líquido (MAZO; CARDOSO; DE AGUIAR, 2006; KANITZ *et al.*, 2015; REICHERT *et al.*, 2018; ADM JÚNIOR *et al.*, 2020). Especificamente, a caminhada/corrída em piscina funda vem ganhando destaque na literatura por permitir altas intensidades sem impacto, reduzindo o risco de lesão, uma vez que utiliza um colete flutuador que impede o contato dos pés com o fundo da piscina (BROMAN *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2021; MEREDITH-JONES; LEGGE; JONES, 2009; KANITZ *et al.*, 2015; 2014; REICHERT *et al.*, 2016; 2018; KANITZ *et al.*, 2014). Ademais, essa modalidade é um exercício de característica cíclica que envolve grandes grupos musculares, promovendo resistência muscular localizada e potenciais ganhos neuromusculares, além de melhorias nas respostas cardiovasculares, como demonstrado por estudos anteriores (KANEDA *et al.*, 2009; KANITZ *et al.*, 2015). Dessa maneira, o treinamento aeróbico de corrida em piscina funda, sem exercício específico de força ou de treinamento combinado, poderia apresentar melhoras nas respostas neuromusculares e cardiovasculares de idosos.

Assim, considerando que há um aumento significativo da população idosa e os benefícios que o exercício físico pode trazer sobre os efeitos deletérios que acometem essa população, a caminhada/corrída em piscina funda parece ser uma modalidade aquática interessante para ganhos neuromusculares. Contudo, o estudo dessa modalidade com indivíduos idosos ainda precisa ser mais explorado, objetivando preencher algumas lacunas em relação ao melhor método de treinamento e dar corpo a literatura já existente. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do treinamento aeróbico em piscina funda nas respostas neuromusculares e cardiovasculares de pessoas idosas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

DESENHO DO ESTUDO

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo longitudinal controlado e randomizado, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (nº 13300619.3.0000.5347). Os participantes foram randomizados em dois grupos: o Grupo Intervenção (GI=17) e o Grupo Controle (GC=17), ambos os grupos foram acompanhados por 12 semanas, sendo o GI realizando treinamento aeróbico e o GC uma intervenção controle em imersão não periodizada, ambos com frequência semanal de duas vezes por semana.

POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra foi composta por 34 idosos de ambos os sexos que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: estar na faixa etária entre 60 e 75 anos, não praticar exercícios físicos de forma regular e sistemática há no mínimo três meses; apresentar atestado médico apresentado que estavam aptos para realizarem atividade física; não ser fumante; não apresentar doenças cardiovasculares não controladas ou com complicações associadas; não apresentam problemas osteomusculares que impeçam a prática de exercício físico.

A amostra foi selecionada de forma aleatória, através de anúncios em jornais de grande circulação e em redes sociais. Após contato por telefone, foi agendada uma reunião explicativa do estudo com os voluntários em que foram explicados todos os detalhes acerca do estudo, tanto relacionado às intervenções quanto às avaliações. Após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, foi realizada uma anamnese e agendadas as demais avaliações.

Após as avaliações pré-treinamento, os participantes foram randomizados (função ALEATÓRIO - Excel 2016) em dois grupos: Grupo Intervenção (GI, n = 17) e Grupo Controle (GC, n = 17).

3.3. AVALIAÇÕES

As coletas de dados foram realizadas em dois momentos: pré-intervenção (semana 0) e pós-12 semanas de intervenção (semana 13). As avaliações foram realizadas por pesquisadores previamente treinados e familiarizados com os protocolos de testes. As coletas foram realizadas no Centro Olímpico da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID).

Em uma primeira sessão de avaliações, foi realizada uma anamnese via formulário online com perguntas referentes ao histórico de saúde. Em seguida, cada participante teve uma sessão de familiarização com os testes de força. Após, em uma segunda visita, os voluntários realizaram as avaliações cardiovasculares e neuromusculares. A Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD) e a Frequência Cardíaca de Repouso (FCrep) foram aferidas utilizando o aparelho Omron (Kyoto, Japão). Para tanto, os participantes permaneceram sentados em um ambiente calmo e controlado durante 10 minutos e, em seguida, foi realizada a medida no braço direito. Após, a Massa Corporal (MC) e a Estatura (EST) foram aferidas em uma balança com estadiômetro. A partir dos dados coletados foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), segundo a fórmula: MC/EST^2 .

Em seguida, a Força Resistente de Membros Inferiores (FMI) foi coletada por meio do teste *30-second Chair Stand* (RIKLI & JONES, 1999). Os voluntários foram orientados a levantar e sentar na cadeira o máximo de vezes durante 30 segundos. A força foi definida como o número máximo de repetições válidas dentro do tempo estabelecido.

Por fim, a força isométrica máxima (CVM) e a atividade neuromuscular foram avaliadas durante o movimento de extensão de joelho. O teste foi realizado com a perna dominante de cada participante. Para o teste, o participante foi posicionado em uma cadeira extensora com 90° de flexão do quadril e 60° de flexão do joelho. Os ângulos foram medidos usando um goniômetro. Os participantes foram instruídos a exercerem a máxima força possível e a produzir essa força o mais rápido possível. Foram realizadas duas tentativas, cada uma com duração de 5 segundos, com 2 minutos de intervalo entre elas. Em todas as tentativas, os pesquisadores forneceram incentivo verbal para que os participantes se sentissem motivados a produzir sua força máxima. Para a avaliação da força foi utilizado uma célula de

carga conectada a um conversor analógico digital (A / D) Miotool (marca MIOTEC, Porto Alegre, Brasil). A contração com o maior valor e força estável foi utilizada para análise.

Juntamente com a aquisição da força isométrica máxima, a atividade neuromuscular dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) foi obtida através do sinal eletromiográfico (EMG). Para isso, eletrodos foram posicionados em uma configuração bipolar (distância entre os eletrodos de 20 mm) em paralelo com a orientação das fibras musculares, de acordo com as recomendações do projeto SENIAM (www.seniam.org). Foi realizada tricotomia e abrasão da pele do local de interesse a fim de manter a impedância abaixo de 3 k Ω . O eletrodo de referência foi fixado na patela. O sinal EMG bruto foi adquirido simultaneamente com a CVM utilizando um sistema de 8 canais (New Miotool, Porto Alegre, Brasil) com taxa de amostragem de 2000 Hz por canal. Para a análise, foi utilizado o sinal eletromiográfico correspondente à curva de força selecionada. Para facilitar o reposicionamento dos eletrodos no pós-treinamento, foram realizados mapas com lâminas transparentes, nos quais foram desenhados o posicionamento dos eletrodos relacionados a pontos e sinais anatômicos na pele (NARICI *et al.*, 1989).

Os dados de atividade muscular do reto femoral e vasto lateral e de força de extensão de joelho foram processados em uma rotina matemática customizada escrita em linguagem Python (v.3.8). As curvas brutas de EMG foram inicialmente filtradas com um filtro Butterworth passa-banda (20 - 450 Hz, 4^o ordem) e as curvas de força foram filtradas com um filtro Butterworth passa-baixa (6 Hz, 4^o ordem). Então, foi determinado o 1 segundo mais estável durante a execução do teste por meio de inspeção visual da curva de força e recortada essa janela de tempo das curvas EMG e de força. O valor *root mean square* (RMS) de atividade EMG de cada músculo e o valor médio e desvio-padrão de força foram calculados nessa janela de tempo.

3.4. INTERVENÇÃO

As aulas tiveram uma duração total de 45 minutos e frequência de duas vezes semanais. As sessões de treinamento eram divididas em aquecimento (8 min), parte principal (30 min) e volta a calma (7 min). Antes de iniciar a periodização do treinamento, os indivíduos tiveram quatro sessões de familiarização com o ambiente

aquático, os cinturões flutuadores, a técnica de caminhada/corrída em piscina funda e a escala de Percepção de Esforço de Borg (6-20).

A periodização do GI foi realizada de forma linear com volume e intensidade de treinamento progressivo, como podemos ver na tabela 1. O controle da intensidade se deu pelos Índices de Esforço Percebido (IEP) da escala de Borg (6-20).

Tabela 1 - Periodização do treinamento ao longo das 12 semanas.

Mesociclo (semanas)	Distribuição do volume e intensidade em cada bloco	Volume total
1 (1 - 6)	6x 5 min (IEP = 13)	30 min (IEP = 13)
2 (7 - 12)	6x 4 min (IEP = 15) + 1 min (IEP = 13)	24 min (IEP = 15) + 6 min (IEP = 13))

IEP = índice de Esforço Percebido (Borg 6-20)

O GI realizou 12 semanas de treinamento aeróbico, sendo que foi realizado, nas semanas 1 a 6, o modelo contínuo (Borg 13) e, nas semanas 7 a 12, o modelo intervalado (Borg 13 e 15). Na parte principal foram realizados seis blocos de cinco minutos em que eram realizados a corrida em piscina fundo concomitantemente a movimentos de membros superiores, priorizando um grupo muscular em cada bloco (peitoral, dorsal, bíceps, tríceps e ombro) (quadro suplementar 1).

Por sua vez, o GC realizou um programa de atividades em piscina funda não periodizado (semanas 1 a 12) com mesmo tempo de aula, frequência semanal, semelhante ao GI. Durante a sessão de atividades foi realizado: 1) aquecimento articular; 2) atividades recreativas; 3) alongamentos; 4) relaxamento (quadro suplementar 2)(quadro suplementar 2). Os participantes foram constantemente orientados a realizarem as atividades da forma mais lenta possível a fim de evitar os efeitos da resistência da água e, conseqüentemente, evitar estímulos de força e de capacidade cardiorrespiratória.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

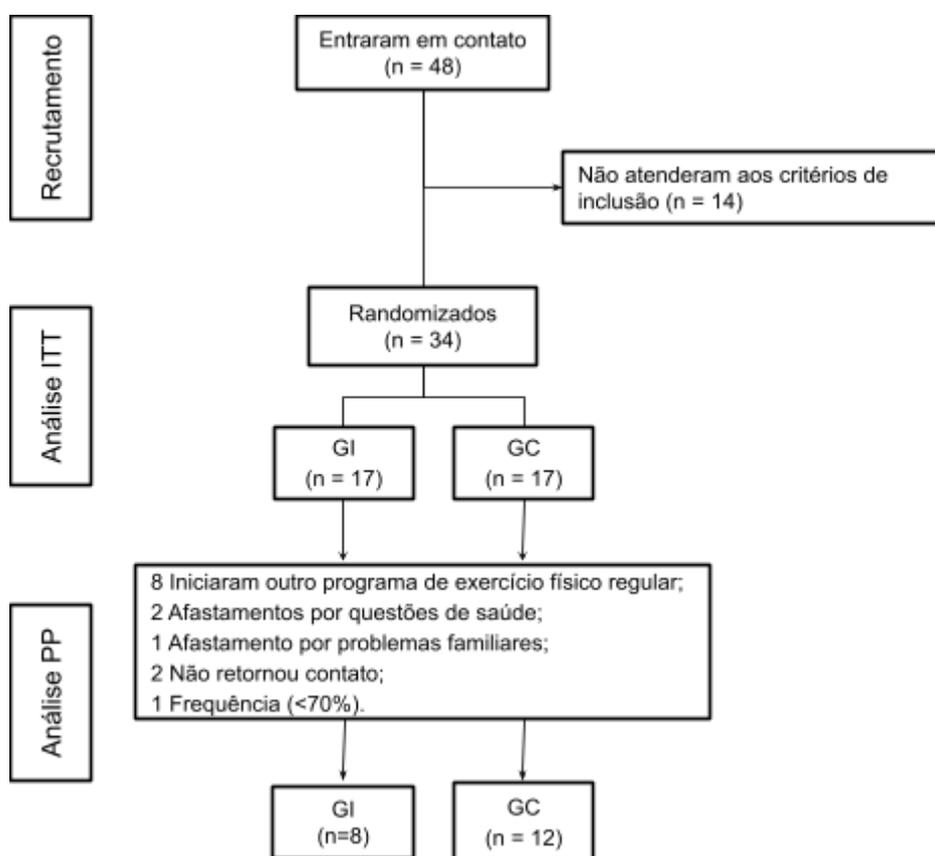
Foi realizada a análise descritiva utilizando testes t-student independente a fim de comparar as variáveis de caracterização no momento pré-intervenção, com os valores apresentados em média e desvio-padrão. As comparações foram realizadas pelo método de Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), com os fatores

grupo e tempo e teste complementar de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de $\alpha = 0,05$ e todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 22.0. O cálculo do tamanho do efeito (g de Hedge) baseou-se na comparação entre as médias e desvios-padrão do momento pós-intervenção e a classificação utilizada foi ignorada (0,0 a <0,2), pequena ($\geq 0,2$ a <0,5), moderada ($\geq 0,5$ a <0,8), grande ($\geq 0,8$ a <1,3) e muito grande ($\geq 1,3$) (COHEN J., 1988). Os dados são apresentados tanto na análise por intenção de tratar (ITT), considerando os dados de todos participantes que realizaram a randomização, quanto pela análise por protocolo (PP), excluindo os não aderentes (<70,0%) ao programa de intervenção e os desistentes (HERINTIER, 2003).

4. RESULTADOS

No total, 48 indivíduos idosos entraram em contato para participação no estudo (6 homens e 42 mulheres), sendo que 34 atenderam aos critérios de inclusão. Em seguida, os participantes foram randomizados em dois grupos (GI, n = 17; GC, n = 17). Em relação a intercorrências ao longo da a intervenção, em ambos os grupos houveram perdas amostrais durante a pesquisa. Os motivos das desistências estão relatados no Fluxograma (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma com os participantes do estudo.



GI = Grupo Intervenção; GC = Grupo Controle.

Os dados de caracterização da amostra podem ser observados na Tabela 2. Ao todo, 34 indivíduos idosos (2 homens e 32 mulheres) foram randomizados. Não

foram observadas diferenças entre os grupos para as variáveis idade ($p=0,123$), massa corporal ($p=0,108$), estatura ($p=0,835$) e índice de massa corporal ($p = 0,105$).

Tabela 2 - Caracterização da amostra no momento pré-intervenção.

Variável	Grupo	n	Pré-intervenção			p
			Média	IC 95% Inferior	Superior	
Idade (anos)	GI	17	66,76	65,01	68,52	0,123
	GC	17	68,88	66,66	71,11	
Massa corporal (kg)	GI	17	74,35	66,48	82,23	0,108
	GC	17	66,49	60,21	72,78	
Estatura (m)	GI	17	1,59	1,56	1,62	0,835
	GC	17	1,58	1,55	1,62	
IMC (kg/m ²)	GI	17	29,44	26,43	32,45	0,105
	GC	17	26,48	24,22	28,74	

GC = Grupo Controle; GI = Grupo Intervenção; IMC = Índice de Massa Corporal.

*Diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$.

Os resultados da análise por protocolo das variáveis cardiovasculares, força muscular e eletromiografia podem ser vistos na Tabela 3. Para os desfechos cardiovasculares, a PAS apresentou redução significativa ao longo do tempo em ambos os grupos ($p=0,041$) com tamanho de efeito pequeno (Hedges'g=-0,33), demonstrando que ambos os grupos apresentaram resultados semelhantes após a intervenção. A PAD não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa. No entanto, apresenta um tamanho de efeito muito grande (Hedges'g=-1,04), indicando que o GI apresentou uma superioridade em relação ao GC no pós treinamento. Já a FCrep, também não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa, mas apresenta tamanho de efeito moderado (Hedges'g=-0,61), ao qual, novamente, indica uma superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento.

Nas variáveis de força, houve aumento significativo, ao longo do tempo, em ambos os grupos para a FMIrep ($p=0,002$), com tamanho de efeito pequeno (Hedges' $g=-0,48$). A FMI ISO não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa. Contudo, apresentou um tamanho de efeito muito grande (Hedges' $g=1,12$), demonstrando uma superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento. Por fim, para os resultados de eletromiografia, a ERF não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa, assim como tamanho de efeito pequeno (Hedges' $g=0,47$). Já a EVL apresentou redução significativa ao longo do tempo em ambos os grupos ($p=0,048$), e assim como a ERF, apresentou tamanho de efeito pequeno (Hedges' $g=0,47$).

Tabela 3 - Resultados da análise por protocolo nas variáveis cardiovasculares, força muscular e eletromiografia.

Variável	Grupo	n	Pré-intervenção			Pós-12 semanas			Hedges' g	Grupo	Tempo	Tempo
			Média	Inferior	Superior	Média	Inferior	Superior				
PAS (mmHg)	GI	8	121,45	111,8	131,11	113,55	103,19	123,91	-0,33	0,711	0,041*	0,223
	GC	12	120,78	111,78	129,77	118,78	111,37	126,18				
PAD (mmHg)	GI	8	76,00	64,04	87,96	71,55	67,19	75,90	-1,04	0,096	0,257	0,856
	GC	12	81,89	76	87,78	78,67	75,7	81,64				
FCrep (bpm)	GI	8	72,36	67,35	77,38	71,45	64,03	78,88	-0,61	0,115	0,754	0,455
	GC	12	76,33	70,47	82,20	78,56	74,83	82,28				
FMI (repetições)	GI	8	14,36	12,42	16,30	15,55	12,47	18,63	-0,48	0,322	0,002*	0,166
	GC	12	15,00	13,52	16,48	18,11	15,21	21,01				
FMI ISO (kg)	GI	8	13,72	8,01	19,43	21,29	13,48	29,09	1,12	0,054	0,055	0,093
	GC	12	10,47	6,87	14,08	10,97	6,25	15,69				
ERF (RMS)	GI	8	65,65	44,69	86,61	79,16	48,19	110,13	0,47	0,779	0,908	0,119
	GC	12	76,34	53,22	99,46	60,66	45,36	75,96				
EVL (RMS)	GI	8	194,85	42,47	347,23	95,61	49,15	142,06	0,47	0,216	0,048*	0,289
	GC	12	99,63	69,41	129,84	69,62	50,75	88,48				

PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; FCrep: Frequência cardíaca de repouso; FMI: Força membros inferiores; CVM: Contração voluntária máxima; ERF: eletromiografia do reto femoral; EVL: eletromiografia vasto lateral; RMS: *root mean square*.

*Diferença estatisticamente significante para $p < 0,05$.

A tabela 4 mostra os resultados por ITT nas variáveis cardiovasculares, força muscular e eletromiografia. Para as variáveis cardiovasculares, a PAS apresentou redução significativa ao longo do tempo em ambos os grupos ($p=0,003$) com

tamanho de efeito pequeno (Hedges'g=-0,36). Já a PAD apresentou interação significativa ($p=0,029$), indicando que apenas o GI apresentou reduções significativas após 12 semanas de treinamento. Ademais, a PAD também apresentou tamanho de efeito grande (Hedges'g=-0,90), novamente destacando o GI, que apresentou superioridade em relação ao GC no pós treinamento. A FCrep não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa, mas apresentou tamanho de efeito moderado (Hedges'g=-0,70), demonstrando também uma superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento. Nas variáveis de força, a FMIrep apresentou um aumento significativo no número de repetições ao longo do tempo em ambos os grupos ($p=0,002$) e apresentou um tamanho de efeito pequeno (Hedges'g=-0,24). Já a FMI ISO não apresentou aumento significativo da força entre os grupos, no tempo e nem interação significativa. No entanto, apresentou tamanho de efeito moderado (Hedges'g=0,67), indicando, novamente, uma superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento. Nas variáveis de eletromiografia, o ERF não apresentou diferença significativa entre os grupos, no tempo e nem interação significativa, já a EVL apresentou redução no sinal de EMG ao longo do tempo para ambos os grupos ($p=0,032$). Em ambas as variáveis de eletromiografia o tamanho de efeito foi moderado (Hedges'g=0,66).

Tabela 4 - Resultados da análise por intenção de tratar nas variáveis hemodinâmicas, força muscular e eletromiografia.

Variável	Grupo	n	Pré-intervenção			Pós-12 semanas			Hedges' g	Grupo	Tempo	Grupo *	Tempo
			IC 95%			IC 95%							
			Média	Inferior	Superior	Média	Inferior	Superior					
PAS (mmHg)	GI	17	121,71	113,8	129,61	111,64	103,05	120,24	-0,36	0,664	0,003*	0,099	
	GC	17	120,29	112,98	127,61	117,47	110,71	124,23					
PAD (mmHg)	GI	17	79,88	75,76 ^a	83,99	70,00 ^b	66,25	73,75	-0,90	0,193	0,000*	0,029*	
	GC	17	80,41	75,52 ^a	85,3	76,06 ^a	73,48	78,64					
FCrep (bpm)	GI	17	73,59	67,19	79,99	72,50	65,63	79,37	-0,70	0,074	0,699	0,365	
	GC	17	78,29	72,71	83,88	81,00	76,64	85,36					
FMI (repetições)	GI	17	14,59	12,41	16,76	16,08	13,6	18,56	-0,24	0,487	0,002*	0,758	
	GC	17	15,47	13,71	17,23	17,29	14,89	19,7					
FMI ISO (kg)	GI	17	13,86	10,46	17,27	16,72	11,02	22,42	0,67	0,071	0,267	0,254	
	GC	17	10,84	8,25	13,42	10,80	7,86	13,73					
ERF (RMS)	GI	17	81,65	42,13	121,10	72,32	50,90	93,74	0,66	0,213	0,189	0,594	
	GC	17	70,64	51,22	90,05	48,53	34,18	62,88					
EVL (RMS)	GI	17	137,77	56,28	219,26	95,70	62,41	129,00	0,66	0,208	0,032*	0,883	
	GC	17	99,40	71,09	127,71	62,75	48,02	77,48					

PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; FCrep: Frequência cardíaca de repouso; FMI: Força membros inferiores; CVM: Contração voluntária máxima; ERF: eletromiografia do reto femoral; EVL: eletromiografia vasto lateral; RMS: *root mean square*.

*Diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$. Letras minúsculas diferentes representam diferenças significativas no tempo para $p < 0,05$.

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do treinamento aeróbico em piscina funda nas respostas neuromusculares e cardiovasculares de pessoas idosas. De uma forma geral, os resultados foram bastante semelhantes entre a análise ITT e PP. Após 12 semanas de intervenção observou-se redução significativa ao longo do tempo na PAS em ambos os grupos, além de um aumento na FMI_{rep} e uma redução do sinal EMG. Na análise PP destaca-se que a FMI ISO apresentou um tamanho de efeito grande, demonstrando, uma superioridade do GI em relação ao GC no pós treinamento. Por sua vez, na análise ITT foi observada uma redução significativa da PAD apenas no GI e uma manutenção no GC. Essas diferenças entre as análises nos fazem refletir que para melhoras na força é importante a aderência ao protocolo de treinamento, contudo, para melhoras na pressão arterial diastólica, a intenção de realizar um tratamento para melhora da sua saúde já pode trazer benefícios.

De um modo geral, ambos os grupos reduziram a PAS após as 12 semanas de intervenção, no entanto, apenas o GI apresentou redução na PAD após o treinamento. Primeiramente, vale destacar que ambos os grupos apresentaram no pré treinamento, valores de PAS/PAD que são classificados como normal. Dessa maneira, não havia uma grande amplitude para melhora desses parâmetros, entretanto, mesmo assim ambos os grupos terminaram com uma classificação considerada ótima (Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, 2020).

Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores nos quais ajustes cardiovasculares positivos também foram observados em outros programas de treinamento aquático com duração variável (8-12 semanas), realizados por indivíduos mais velhos (REICHERT *et al.*, 2018; KANITZ *et al.*, 2015). Em relação à magnitude da redução da PA, o presente estudo corrobora a metanálise que demonstrou que o treinamento aquático reduz a PAS em 10 mmHg e a PAD em 4 mmHg em adultos e idosos (REICHERT *et al.*, 2018). Ademais, ambos os grupos apresentarem redução de, pelo menos, 2 mmHg na PAS e na PAD, o que de acordo com PESCATELLO *et al.* (2004), reduz o risco de acidente vascular cerebral em 14% e 17% e o risco de doença arterial coronariana em 9% e 6%, respectivamente. Esses dados ressaltam a importância da redução da PA observada nos grupos do presente estudo, que variou entre 2 e 10 mmHg para o GC e GI, respectivamente. Assim, indicando que o treinamento aeróbico de corrida em piscina funda é uma

possível ferramenta para a redução da PA, a qual está associada a um risco reduzido de mortalidade e de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (PESCATELLO *et al.*, 2004; WHELTON *et al.*, 2018; BARROSO *et al.*, 2021).

Além disso, ressaltamos que a redução da PA no GI, a qual apresentou maiores reduções do que o GC, se deve ao treinamento realizado somado à imersão, uma vez que o meio aquático proporciona alterações fisiológicas, dentre elas a redução da ativação simpática e supressão do sistema renina-angiotensina-aldosterona, os quais diminuem a secreção de hormônios vasoconstritores, como renina, vasopressina e aldosterona, além de aumentar a secreção de hormônios vasodilatadores, como o peptídeo natriurético atrial, resultado em uma menor resistência vascular periférica, permitindo uma diminuição da pressão arterial (PENDERGAST *et al.*, 2015). Dessa maneira, mesmo sem um treinamento periodizado, o efeito apenas da imersão pode explicar as reduções também encontradas no GC.

A FCrep não apresentou diferenças significativas do momento pré para o pós-treinamento em nenhum dos grupos. Uma hipótese para esse resultado seria referente aos valores iniciais (60 a 80 bpm) que já estavam dentro da normalidade no pré-treinamento (WOODS *et al.*, 2005). Fortalecendo essa hipótese, outros estudos que também estudaram os efeitos do treinamento aquático na FCrep, demonstraram reduções apenas em idosas com valores médios iniciais de 92 bpm, enquanto as que apresentaram valores entre 68 e 77 bpm, não promoveram adaptações (BOCALINI *et al.*, 2008; TAKESHIMA *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2020).

O presente estudo também aponta que a modalidade de corrida em piscina funda pode melhorar nos parâmetros neuromusculares em indivíduos idosos, uma vez que o ambos os grupos apresentaram melhoras na força ao decorrer do tempo. Especificamente, em relação aos desfechos de força, a FMIrep apresentou melhora significativa ao decorrer do tempo em ambos os grupos enquanto a FMI ISO, apesar de não apresentar aumento significativo, mostrou um tamanho de efeito grande com superioridade para o GI.

De acordo com a equação geral dos fluidos ($F_d = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot V^2 \cdot C_d$), densidade do fluido (ρ), área projetada (A), velocidade de movimento (V) e coeficiente de arrasto (C_d) são diretamente proporcionais à força de arrasto (F_d ; ALEXANDRE, 1977). Como a velocidade de movimento está elevada ao quadrado,

torna-se um fator influente durante os exercícios aquáticos. Portanto, à medida que a velocidade de movimento é aumentada durante o exercício aquático, uma força maior é necessária para superar a resistência imposta pela água e, assim, a intensidade do treinamento e a percepção de esforço aumentam (DAVID *et al.*, 2017). Dessa maneira, esperava-se que o GI apresentaria melhoras neuromusculares mais significativas em comparação ao GC, uma vez que realizavam um treinamento periodizado de maior intensidade.

De fato, se analisarmos o tamanho do efeito, o GI apresentou uma superioridade em relação ao GC ao final da intervenção, especialmente na FMI ISO. Especificamente em valores, comparando os valores de delta entre os dois grupos, o GI aumentou 7,6 kg, enquanto o GC apenas 0,5 kg após as intervenções. Dessa maneira, destacamos que o GI demonstrou benefícios para o aumento da força muscular, corroborando com estudos que investigaram a eficácia de exercícios aeróbicos aquáticos sobre a força muscular de idosos sedentários (COSTA *et al.*, 2018; KANITZ *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2020).

No que diz respeito à ativação muscular, a ERF não apresentou diferenças significativas, enquanto a EVL apresentou uma redução significativa ao longo do tempo. Esse não foi um resultado esperado, pois entende-se que para acompanhar o aumento da força deveria se ter um aumento do sinal eletromiográfico dos músculos avaliados ou ao menos uma manutenção. Ao analisarmos as características biomecânicas da corrida em piscina funda percebemos que se trata de um exercício de grande amplitude de movimento da articulação do quadril e do joelho, gerando uma grande ativação dos músculos eretores da coluna, bíceps femoral, semitendinoso e reto femoral por exemplo (MASUMOTO *et al.*, 2005; 2007). Ou seja, na sua maioria músculos biarticulares, que envolvem tanto a articulação do quadril quanto do joelho. Sendo o VL um músculo monoarticular, responsável apenas pela extensão do joelho, talvez ele não tenha sido tão ativado ao longo do treinamento, não sendo o principal responsável pela maior força produzida ao longo do teste de força isométrica.

Assim, apesar do presente estudo não ter aumentado a ativação muscular, o treinamento foi capaz de aumentar a força e resistência dos membros inferiores, fator relevante para a população idosa, uma vez que apresentam maior risco de dinapenia e sarcopenia, o que pode levar ao comprometimento da capacidade funcional (CLARK E MANINI, 2008; MANINI E CLARK, 2012).

Este estudo apresenta algumas limitações, como a perda amostral para a análise por protocolo, a qual pode ter reduzido o poder dos nossos resultados nesta análise. Além disso, a não avaliação de outros músculos envolvidos e importantes na corrida em piscina funda, tal como os extensores de joelho/ flexores do quadril. Apesar disso, deve-se ressaltar que o presente estudo utilizou para controle da intensidade os índices de percepção de esforço, um método simples, de fácil aplicabilidade para a prescrição do treinamento para aulas em grupo respeitando a individualidade de carga/intensidade para cada participante. Além disso, sugere-se que estudos futuros analisem o efeito do treinamento aeróbico de corrida em piscina sobre os desfechos cardiorespiratórios e neuromusculares durante períodos mais longos de treinamento, diferentes progressões e populações, além da análise eletromiográfica de outros músculos envolvidos na corrida em piscina funda.

Finalmente, conclui-se que 12 semanas de treinamento aeróbico de corrida em piscina funda melhoram as respostas de pressão arterial e a força muscular de membros inferiores de pessoas idosas. Os diferentes resultados encontrados entre os dois modelos de análise (ITT e PP) demonstram que para melhoras na força é importante a aderência ao protocolo de treinamento, contudo, para melhoras na pressão arterial diastólica, a intenção de realizar um tratamento para melhora da sua saúde já pode trazer benefícios.

REFERÊNCIAS:

- ADM JÚNIOR, F. *et al.* The effects of aquatic and land exercise on resting blood pressure and post-exercise hypotension response in elderly hypertensives. **Cardiovascular Journal of Africa**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 8–14, 2020. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- ALBERTON, C. L. *et al.* Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 795–805, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- ALBERTON, Cristine L. *et al.* Maximal and Ventilatory Thresholds Cardiorespiratory Responses to Three Water Aerobic Exercises Compared With Treadmill on Land. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 1679–1687, 2014. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
- ALEXANDRE, T. da S. *et al.* Sarcopenia according to the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) versus dynapenia as a risk factor for mortality in the elderly. **The Journal of nutrition, health and aging**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 751–756, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- ANDRADE, L. S. *et al.* Water-based continuous and interval training in older women: Cardiorespiratory and neuromuscular outcomes (WATER study). **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 134, p. 110914, 2020. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- ANDRADE, R. M.; MATSUDO, S. M. M. Relação da força explosiva e potência muscular com a capacidade funcional no processo de envelhecimento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 344–348, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- AZEVEDO, L. F., ALONSO, D. O., UENO, L. M., REIS, S. F., & MELO, R. C. (2019). Envelhecimento e exercício físico. In: Negrão, C. E., Barretto, A. C. P., & Rondon, M. **U. P. Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata (4a ed.)**. São Paulo, SP: Manole.
- BARROSO, W. K. S. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 - ABC Cardiol. **Arq. Bras. Cardiol.**, [s. l.], v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- BOCALINI, D. S. *et al.* Water- versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. **Geriatrics & Gerontology International**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 265–271, 2008. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- BROMAN, G. *et al.* High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 98, n. 2, p. 117–123, 2006. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- CADORE, E. L. *et al.* Effects of Strength, Endurance, and Concurrent Training on Aerobic Power and Dynamic Neuromuscular Economy in Elderly Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 758–766, 2011. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L. *et al.* Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **AGE**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 891–903, 2012. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L. *et al.* Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 689–697, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. New Strategies for the Concurrent Strength-, Power-, and Endurance-Training Prescription in Elderly Individuals. **Journal of the American Medical Directors Association**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 623–624, 2013. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CALDAS, L. R. dos R. *et al.* Dezesesseis semanas de treinamento físico multicomponente melhoram a resistência muscular, agilidade e equilíbrio dinâmico em idosas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 150–156, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.04.011>. Acesso at: 28 Jun. 2024.
- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2o ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- COSTA, R. R. *et al.* Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental Gerontology*, [s. l.], v. 108, p. 231–239, 2018. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia != Dynapenia. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 63, n. 8, p. 829–834, 2008a. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- CHARLIER, R. *et al.* Age-related decline in muscle mass and muscle function in Flemish Caucasians: a 10-year follow-up. **AGE**, [s. l.], v. 38, n. 2, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHEN, T. J. *et al.* Awareness and Knowledge of the Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd Edition. **Journal of Physical Activity and Health**, [s. l.], v. 20, n. 8, p. 742–751, 2023. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. *et al.* Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 1510–1530, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 412–423, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, [s. l.], v. 48, n. 4, p. 601–601, 2019. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- D'AVILA, J. D. C. *et al.* Mecanismos moleculares do envelhecimento: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, [s. l.], v. 17, n. 1, 2020. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
- DAVID, G. B. *et al.* HR, $\dot{V}O_2$ and RPE Relationships in an Aquatic Incremental Maximum Test Performed by Young Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 2852–2858, 2017. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- DELEVATTI, R. S. *et al.* Glycemic reductions following water- and land-based exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, [s. l.], v. 24, p. 73–77, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- DOHERTY, T. J. Invited Review: Aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 1717–1727, 2003. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- DOWZER, C. N.; REILLY, T.; CABLE, N. T. Effects of deep and shallow water running on spinal shrinkage. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 44–48, 1998. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- EKELUND, U. *et al.* Do the associations of sedentary behaviour with cardiovascular disease mortality and cancer mortality differ by physical activity level? A systematic review and harmonised meta-analysis of data from 850 060 participants. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 14, p. 886–894, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098963>. Acesso at: 28 Jun. 2024.
- HERITIER, S.R.; GEBSKI, V.J.; KEECH, A.C. As diferenças entre as estratégias intention-to-treat e per-protocol. **MJA**. v. 179, n. 8: 438-440, 2003.
- IBGE. **Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>. Acesso at: 30 May 2024.
- IBGE. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso at: 30 May 2024.

- KANEDA, K. *et al.* EMG activity of hip and trunk muscles during deep-water running. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 1064–1070, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- KANITZ, A. C. *et al.* Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 64, p. 55–61, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- KANITZ, A. C. *et al.* Respostas cardiorrespiratórias máximas e no limiar anaeróbio da corrida em piscina funda. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 41, 2014. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- KOJIMA, N. *et al.* Lifestyle-Related Factors Contributing to Decline in Knee Extension Strength among Elderly Women: A Cross-Sectional and Longitudinal Cohort Study. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. e0132523, 2015. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- MASUMOTO, K.; TAKASUGI, S.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K.; IWAMOTO Y. Muscle activity and heart rate responses during backward walking in water and on dry land. **Eur. J. Appl. Physiol.** 94:54-61, 2005.
- MASUMOTO, K.; SHONO, T.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K. Muscle activation, cardiorespiratory response, and rating of perceived exertion in older subjects while walking in water and on dry land. **J. Electromyogr. Kinesiol.** [in press], 2007.
- MECHANICS AND ENERGETICS OF ANIMAL LOCOMOTION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/318117>. .
- MEREDITH-JONES, K.; LEGGE, M.; JONES, L. M. Circuit Based Deep Water Running Improves Cardiovascular Fitness, Strength and Abdominal Obesity in Older, Overweight Women Aquatic Exercise Intervention in Older Adults. **Medicina Sportiva**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 5–12, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and Aging: An Update. **The Journals of Gerontology: Series A**, [s. l.], v. 67A, n. 1, p. 28–40, 2011. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
- MIKAHIL, M. P. T. C. *et al.* Efeitos de um programa de treinamento combinado sobre a saúde de idosos hipertensos. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, [s. l.], n. 26, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/revpibic2620181446>. Acesso at: 28 Jun. 2024.
- NARICI, M. V. *et al.* Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 59, n. 4, p. 310–319, 1989. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.

- NAVARRETE-VILLANUEVA, D. *et al.* Frailty and Physical Fitness in Elderly People: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 143–160, 2020. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
- Pendergast DR, Moon RE, Krasney JJ, Held HE, Zamparo P. **Human Physiology in an Aquatic Environment. Compr Physiol.** 20 de setembro de 2015;5(4):1705–50.
- PESCATELLO, L. S. *et al.* Exercise and Hypertension. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 533–553, 2004. Disponível em: Acesso at: 22 Jun. 2024.
- QUINTÃO COELHO ROCHA, C. A. *et al.* Efeitos de 20 semanas de treinamento combinado na capacidade funcional de idosas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 442–449, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2017.08.005>. Acesso at: 28 Jun. 2024.
- REICHERT, T. *et al.* Aquatic Training in Upright Position as an Alternative to Improve Blood Pressure in Adults and Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 7, p. 1727–1737, 2018. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- REICHERT, T. *et al.* Continuous and interval training programs using deep water running improves functional fitness and blood pressure in the older adults. **AGE**, [s. l.], v. 38, n. 1, 2016. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 129–161, 1999. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SANTOS, P. R. D. dos *et al.* Alterações músculo- esqueléticas do envelhecimento, prevenção e atuação fisioterapêutica nas quedas em idosos: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e38510313437, 2021. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SILLANPÄÄ, E. *et al.* Body Composition and Fitness during Strength and/or Endurance Training in Older Men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 950–958, 2008. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SILLANPÄÄ, E. *et al.* Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 106, n. 2, p. 285–296, 2009. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SILVA, M. F. da *et al.* Relação entre os níveis de atividade física e qualidade de vida de idosos sedentários e fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Geriatria e**

- Gerontologia**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 634–642, 2012. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
- SRIVASTAVA, S. *et al.* Interaction of physical activity on the association of obesity-related measures with multimorbidity among older adults: a population-based cross-sectional study in India. **BMJ Open**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. e050245, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-050245>. Acesso at: 28 Jun. 2024.
 - TAKESHIMA, N. *et al.* Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 544–551, 2002. Disponível em: Acesso at: 23 Jun. 2024.
 - TURNER, L. *et al.* Consolidated standards of reporting trials (CONSORT) and the completeness of reporting of randomised controlled trials (RCTs) published in medical journals. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, [s. l.], v. 2013, n. 1, 2012. Disponível em: Acesso at: 31 May 2024.
 - VON BONSDORFF, M. B.; RANTANEN, T. Progression of functional limitations in relation to physical activity: a life course approach. **European Review of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 23–30, 2010. Disponível em: Acesso at: 30 May 2024.
 - WHELTON, P. K. *et al.* 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Hypertension**, [s. l.], v. 71, n. 6, p. 1269–1324, 2018. Disponível em: Acesso at: 22 Jun. 2024.
 - WELCOME TO SENIAM. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.seniam.org/>.
 - Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU. *Enfermagem em cardiologia*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 2005.
 - WORLD HEALTH ORGANIZATION: WHO. Ageing and health. **World Health Organization: WHO**, [s. l.], 1 Oct. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso at: 30 May 2024.

MATERIAL SUPLEMENTAR

MATERIAL SUPLEMENTAR 1

PLANO DE AULA JOGGING GRUPO INTERVENÇÃO, MESOCICLO 1 e 2:				
Duração: 40 a 45 minutos				
Tempo	Exercícios de Braço (por grupo muscular)		Intensidade (IEP) Mesociclo 1	Intensidade (IEP) Mesociclo 2
3 minutos	Registro de presença e vestimenta dos coletes flutuadores		13	13
3 minutos	Aquecimento (deslocamento livre)			
5 minutos	Peitoral	Empurra Frente		
		Abraça		
		Cruza		
5 minutos	Dorsal	Braço de Peito		
		Puxa		
		Abre Alternado		
5 minutos	Bíceps	Flexão e extensão de Cotovelo		
		Flexão e Extensão Horizontal de Cotovelo		
		Cava para Cima		
5 minutos	Tríceps	Empurra Frente		
		Cava para Baixo		
		Empurra para Baixo		
5 minutos	Ombro	Abdução e Adução de ombro		
		Flexão e Extensão Horizontal de ombro		

		Flexão e Extensão vertical de ombro		13
5 minutos	Variados	Empurra Para os Lados		15
		Flexão e extensão de Cotovelo Alternado		
		Cava para Baixo Alternado		13
7 minutos	Volta à calma com alongamentos	Deslocamento livre		11
		Alongamento dos principais músculos trabalhados		

Índices de Esforço Percebido (IEP)

MATERIAL SUPLEMENTAR 2

PLANO DE AULA JOGGING GRUPO CONTROLE:			
Duração: 40 a 45 minutos			
Materiais: Coletes; Espaguetes (1 para cada aluno/aluna)			
Tempo	Exercício		Intensidade (IEP)
5 minutos	Registro de presença e vestimenta dos coletes flutuadores		11
5 minutos	Aquecimento na borda da piscina	Abdução/adução de quadril	
		Extensão/flexão de quadril alternado com a perna estendida	
		Tocar os pés na borda alternado	
		Sapinho na borda	
		Deslizar os dois pés na borda sem perder o contato do pé/borda	

10 minutos	Em deslocamento	Cava para Baixo
		Braço de Peito com Espaguete entre as pernas
		Abraça com Espaguete entre as pernas
		Braço de Peito com Espaguete entre as pernas
		Abraça com Espaguete entre as pernas
		Empurra para frente com Espaguete nas mãos
11 minutos	Abdominais com espaguete nas axilas em decúbito dorsal	Abdominal sit up
		Abdominal bicicleta (flexão/extensão de joelho alternada)
		Abdominal círculo com a ponta do pé (plantiflexão) com quadril abduzido
		Abdominal com flexão/extensão de quadril (posição mais sentada, realizar flexão/extensão de quadril com a perna estendida)
		Abdominal tesoura (abdução/adução de quadril) com as pernas estendidas
		Descanso
		Abdominal sit up
		Abdominal bicicleta (flexão/extensão de joelho alternada)
		Abdominal círculo com a ponta do pé (plantiflexão) com quadril abduzido
		Abdominal com flexão/extensão de quadril (posição mais sentada, realizar flexão/extensão de quadril com a perna estendida)
		Abdominal tesoura (abdução/adução de quadril) com as pernas estendidas
4 minutos	Exercícios de braço na borda da piscina	Flexão e extensão horizontal de cotovelo (30 seg. cada braço)
		Rotação externa ombro (30 seg. cada braço)

		Abdução/adução ombro (30 seg. cada braço)	
		Flexão e extensão horizontal de cotovelo (30 seg. cada braço)	
10 minutos	Exercícios de equilíbrio/mobilidade/adaptação aquática + volta a calma com alongamentos	Mudanças de decúbitos (dorsal/ventral)	
		Flutuação	
		Trabalho respiratório (respiração com nariz fora da água expiração com boca dentro da água)	
		Alongamento dos principais músculos trabalhados	

Índices de Esforço Percebido (IEP)